

1. Аншин Л.З., Мыльников С.А. Сталежелезобетонные конструкции перекрытий и покрытий общественных зданий // Строительные конструкции: Реферативный сборник. – М.: Стройиздат, 1999. – С.78-84.
2. Глотов И.Б. Расчет и конструирование сталежелезобетонных балок мостов. – В кн.: Совершенствование конструкций и методов расчета мостов и мостовых переходов // Труды СарПИ. Вып.67. – Саратов, 2003. – С. 32-37.
3. Большаков К.П., Гитман Э.М. Совершенствование способов объединения сборной проезжей части сталежелезобетонных мостов // Транспортное строительство. – 2001. – №11. – С. 23-29.
4. Бородич М.К. Некоторые вопросы проектирования комплексных мостов под железную дорогу: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2002. – 24 с.
5. Гибшман Е.Е. Проектирование стальных конструкций, объединенных с железобетоном, в автодорожных мостах. – М.: Автотрансиздат, 2000. – 268 с.
6. Долгов В.А. Экспериментальные исследования распределения температуры в сталежелезобетонных пролетных строениях // Ин-т транспортного строительства. Вып.26. – М., 2001. – С. 48-52.
7. Хаютин И.Л., Мартынов Ю.С. Включение железобетонного настила кровельных покрытий в работу стальных стропильных ферм // Энергетическое строительство. – 1999. – №11. – С. 20-24.
8. Кириллов В.С. Предварительно напряженные металлические конструкции за рубежом. – М.: Автотрансиздат, 2001. – С.17-22.
9. Bagon A. Progres dans la conception et la realisation des Viaducs urbains // Revue generale des routes et des aerodromes. – Paris, Des. 1997. – P. 8-12.

Получено 27.05.2004

УДК 624.011.2 : 668.3

Л.Н.ШУТЕНКО, В.И.ТОРКАТЮК, доктора техн. наук, Н.М.ЗОЛотова

Харьковская национальная академия городского хозяйства

С.В.БУТНИК, канд. техн. наук

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

А.В.МАРЮХИН

Строительная компания «Макси-Буд», г.Киев

ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ АКРИЛОВЫХ КЛЕЕВ НА ПОДГОТОВЛЕННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ СТАРОГО БЕТОНА ПРИ ЕГО СОЕДИНЕНИИ С НОВЫМ

Приводятся результаты экспериментов по исследованию нанесения акриловых клеев на подготовленную поверхность старого бетона при его соединении с новым методом воздушного распыления.

При строительстве, реконструкции и ремонте зданий и сооружений выполняются работы по соединению старого бетона с новым. Такие работы выполняются при возведении монолитных массивных бетонных и железобетонных конструкций, восстановлении и изменении их габаритов и конфигураций. С целью улучшения сцепления и увеличения прочности соединения старого бетона с новым в последнее вре-

мя получили применение различные полимерные клеи и компаунды [1-4]. Авторами разработана технология такого соединения с применением акриловых клеев [5-9]. Соединение бетонов акриловыми клеями имеет ряд преимуществ перед использованием для этих целей других полимеров. Они по адгезионным и когезионным свойствам не уступают существующим (например, эпоксидным), но обладают лучшими технологическими свойствами и стоят дешевле указанных на 16-24%.

Физико-механические свойства акриловых клеев описаны в работах [10-12]. Результаты определения прочности соединений старого бетона с новым в зависимости от разных факторов описаны в работах [13, 14]. Однако вопросам исследования отдельных операций технологии омоноличивания старого бетона с новым с помощью акриловых клеев не уделено внимания.

Одной из операций указанной технологии является нанесение акриловых клеев на подготовленную под склеивание поверхность старого бетона. Исследования свидетельствуют, что в случае небольших поверхностей склеивания нанесение клея на них может проводиться вручную. Например, нанесение клея на горизонтальную поверхность осуществляется с помощью мастерков, реек, кистей, поливом и другими способами. Нанесение клея на вертикальную поверхность осуществляется с помощью мастерков, кистей, шпателей, валиков и другими способами. Эти способы отличаются простотой и не требуют особых навыков и мастерства.

При значительных объемах работ для нанесения клеев на вертикальные поверхности рекомендуется применять механизированный ручной инструмент – различные распылители. При этом распыление клеевых составов бывает пневматическое (воздушное) и гидродинамическое (безвоздушное).

Целью настоящей статьи является исследование метода пневматического распыления. Этот метод является одним из наиболее распространенных способов нанесения клеев и защитных покрытий на вертикальные поверхности строительных конструкций. Главным его достоинством является универсальность, относительно высокая производительность, простота технического осуществления, хорошее качество получаемых покрытий.

Как показали выполненные эксперименты способом пневматического распыления можно наносить акриловые клеи, имеющие вязкость до 100 с по вискозиметру ВЗ-4 на поверхности конструкций различных размеров и конфигураций.

Основными преимуществами способа пневматического распыления являются:

- возможность его применения в различных производственных условиях, так как требуется лишь источник сжатого воздуха с давлением 0,2-0,6 МПа;
- возможность использования акриловых клеев при условии, что их рабочая вязкость составляет 17-100 с по вискозиметру ВЗ-3;
- возможность нанесения покрытий на поверхности конструкций различных размеров и конфигураций;
- получение покрытий высокого качества;
- простота и надежность в обслуживании распылительных устройств.

Для пневматического распыления используются распылительные головки, состоящие из материального сопла и воздушной головки, закрепленных соосно. Клей подводится к отверстию материального сопла, а сжатый воздух поступает в кольцевой зазор, образованный отверстием воздушной головки и наконечником материального сопла.

Основной частью пистолета-распылителя является распылительная головка или форсунка, от конструкции которой зависит форма факела струи. Головка или форсунка имеет внутреннюю трубку или так называемое материальное сопло 2, через которое материал истекает (рис.1), и наружную, концентрично расположенную трубку – воздушное сопло. Сжатый воздух из воздушного сопла вытекает в окружающую среду с большой скоростью через кольцевое отверстие (между материальным и воздушным соплом) и создает разрежение у выхода из материального сопла. При выходе из материального сопла материал встречает струю сжатого воздуха, который, расширяясь, разбивает его на мельчайшие капли, увлекает с большой скоростью за собой и наносит на защищаемую поверхность. Головки (форсунки) воздушного распыления создают струю, заполненную частицами материала по всему сечению. Качество нанесенного слоя клея зависит от крупности зерен наполнителя материала, который, в свою очередь, определяется его физическими свойствами (вязкостью, поверхностным натяжением и др.) и режимом распыления.

В зависимости от конструкции головки пистолета-распылителя форма струи факела или, вернее, ее отпечаток на поверхности бетона может быть в виде круга или плоского сильно вытянутого овала (рис.2). Коническую струю с формой основания в виде круга дает головка, которая имеет воздушное сопло в виде круглого отверстия, расположенного вокруг незначительно выступающего из него материального сопла. Это наиболее простая головка имеет факел большой плотности и позволяет перемещать пистолет-распылитель при нанесении материала с большой скоростью. Чаще всего такие головки использу-

ют при нанесении клея на небольшие и сложные рельефные поверхности.

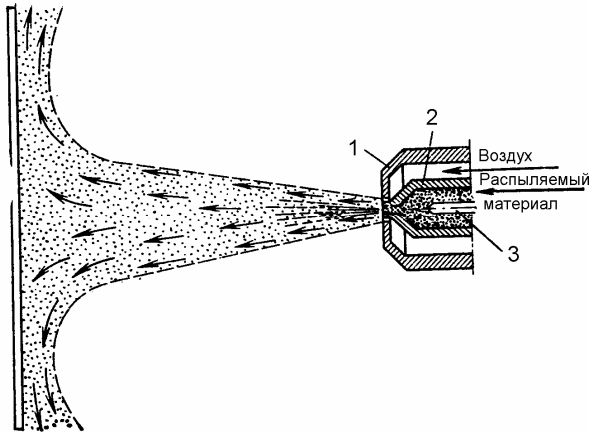


Рис.1 – Дробление противокоррозионного материала методом пневматического распыления: 1 – воздушное сопло; 2 – материальное сопло; 3 – запорная игла.

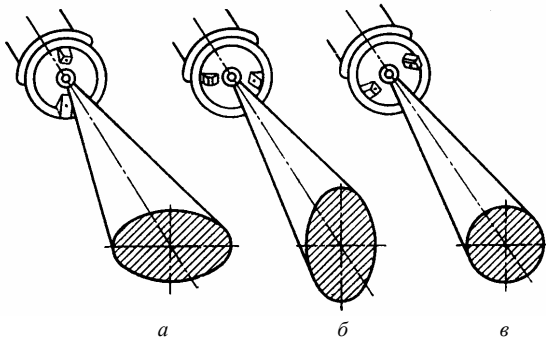


Рис.2 – Форма «отпечатка» струи факела при регулировании:
а – горизонтальная; б – вертикальная; в – круглая

Плоский факел образуется головкой, имеющей кроме центрального отверстия два боковых отверстия. Струи воздуха, выходя из боковых отверстий, сжимают распылительную струю клея и придают ей плоскую форму. Такие головки называют головками с воздушным обжимом струи. Кроме того, плоский факел образуется головкой с воздушным соплом в виде щели. Их называют щелевыми или головками с механическим обжимом струи и применяют в том случае, когда давление воздуха при распылении не превышает 0,25 МПа. Обычно головки

пистолетов-распылителей с воздушным обжимом струи приспособлены и для получения круглой струи.

Плоский факел струи применяют при нанесении акрилового клея на большие плоские поверхности. Промежуточной между круглой и плоской струей является овальная струя, в этом случае боковые отверстия в головке распылителя располагаются под незначительным углом к направлению оси факела и у выхода из материального сопла. Овальную струю применяют там, где требуется факел с повышенной плотностью по сравнению с плоской струей и повышенной шириной отпечатка факела по сравнению с круглой струей.

Для получения нормальной струи факела отверстия воздушного и материального сопел должны располагаться строго концентрично. В зависимости от назначения пистолеты-распылители могут быть среднего давления 0,25-0,55 МПа и низкого давления – до 0,25 МПа. Пистолеты-распылители среднего давления делятся на распылители наружного (рис.3, а) и внутреннего (рис.3, б) смешения в зависимости от места встречи и смешения материала с воздухом (на выходе из головки или перед выходом). Широкое распространение в строительстве получили пистолеты-распылители среднего давления наружного смешения КР-20, ЗИЛ, КРВ, 0-45, КРМ, 0-37А и др., а также внутреннего смешения марок КРП-2, С-592, 0-45, С-765.

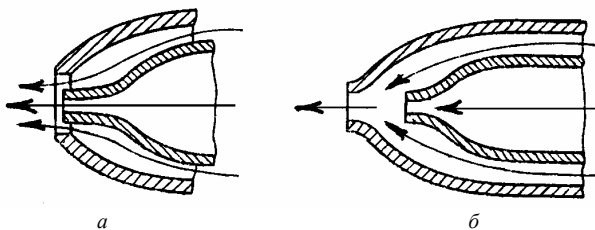


Рис.3 – Схема распылительной головки пневматического пистолета-распылителя наружного (а) и внутреннего (б) смешения

Нанесение клеящих материалов воздушным распылением главным образом на большие поверхности осуществляется пистолетами-распылителями марок СО-71 и КРУ-1. Например, пистолет-распылитель марки КРУ-1 предназначен для нанесения материалов вязкостью не более 50 с (по ВЗ-4).

Требования стандарта [15] для ручных пневматических пистолетов-распылителей предусматривают определенные диаметры отверстий материального сопла и связанные с ним параметры распылителей (табл.1).

Таблица 1 – Основные размеры и параметры ручных пневматических пистолетов-распылителей

Диаметр отверстий материально-го сопла, мм	Максимальная производительность (расход материала), г/мин.	Расход воздуха, м ³ /ч	Размеры отпечатка на расстоянии 300 мм, не менее	
			диаметр круглого факела	ширина плоского факела
Распылитель типа А, Б, В				
1,6	200	12	80	260
1,8	260		90	290
2,0	350		100	320
Распылитель типа В				
2,2	450	16	110	350
2,5	600		125	400
2,8	800		140	450

В основе всех конструкций пневматических пистолетов-распылителей лежит одна и та же принципиальная схема, включающая основные узлы и механизмы: корпус пистолета-распылителя, распылительную головку, механизм включения (выключения) распылителя с запорной иглой, пусковым крючком и воздушным клапаном, узел регулирования расхода материала, узел регулирования формы факела, узел приема сжатого воздуха, узел приема клеевого материала, узлы уплотнений воздушных и материальных каналов. Техническая характеристика некоторых пистолетов-распылителей приведена в табл.2 [16]. Основным недостатком указанных распылителей при нанесении акрилового клея являются значительные потери материала и загрязнение воздуха.

Например, пистолет-распылитель О-31А конструктивно отличается от пистолета-распылителя марки О-45 только головкой, имеющей кроме центрального отверстия и двух боковых отверстий для сжатия струи еще десять отверстий, расположенных по окружности, concentричной центральному отверстию. Через эти отверстия выходит дополнительный воздух, создающий воздушную кольцевую завесу, способствующую уменьшению выпадения частиц материала из факела, уменьшению образования тумана, а следовательно, улучшению гигиенических условий труда.

Для нанесения акрилового клея (максимальной вязкости по ВЗ-4 не более 200 с) методом пневматического распыления может быть использован распылитель марки С-592. Клей подается от нагнетательного бака. Распылительная головка внутреннего смешения имеет круглую струю, диаметр отверстия сопла составляет 6 мм.

К вспомогательному оборудованию при пневматическом нанесе-

нии клеевых составов относятся регуляторы давления, масловодоотделители, нагнетательные баки, шланги для подачи в пистолеты-распылители материала и воздуха [16].

Таблица 2 – Техническая характеристика различных моделей ручных пневматических пистолетов-распылителей

Параметры	КРУ-1	ЗИЛ	0-31А	КРМ	С-592
Подача материала, г/мин.	400-500	500-600	50-100	400	400-500
Производительность, м ² /г	300-450	500	40-50	400	75-85
Давление сжатого воздуха на распыление, МПа	0,3-0,4	0,45-0,55	0,15-0,2	0,3-0,4	0,4-0,5
Расход воздуха, м ³ /ч	6-11	11-14	3,0	14	16
Ширина факела материала на расстоянии 300 мм от изделия, мм	400-500	500-520	30-80	350	100-120
Габаритные размеры, мм	195х60х225	185х45х235	140х56х250	163х30х145	165х45х210
Масса, кг	0,66	0,82	0,35	0,45	0,63

Регуляторы давления (редукторы) предназначены для регулирования и поддержания постоянного давления сжатого воздуха, подаваемого в пистолеты-распылители и нагнетательные баки. Для регулирования давления воздуха могут быть использованы как редукторы, установленные на масловодоотделителе или нагнетательном баке, так и самостоятельные редукторы-регуляторы давления.

Нагнетательные баки предназначены для дозированной подачи клеевых составов в пистолеты-распылители при повышенном расходе материалов или нанесении их на большие поверхности. Нагнетательные баки представляют собой переносные, герметически закрываемые сосуды, которые заполняют противокоррозионным составом. Последний под определенным давлением (при подаче в бак сжатого воздуха) передавливается по шлангам в пистолет-распылитель. Для указанных работ могут быть использованы нагнетательные баки марок СО-12, СО-42 и СО-13 [16].

Во избежание изменения рабочей вязкости материала и осаждения наполнителя необходимо периодически перемешивать содержимое баков. Для этой цели баки снабжают мешалками: ручной (СО-12) или механической с пневмоприводом (СО-42 и СО-13). Техническая характеристика нагнетательных баков приведена ниже:

	CO-12	CO-42	CO-13
Емкость бака, л	16	40	65
Давление воздуха максимальное, МПа	0,4	0,4	0,4
Давление на выходе лакокрасочного материала (регулируемое), МПа	0,05-0,40	0,05-0,40	0,05-0,40
Габаритные размеры, мм	640x410x350	790x480x450	1040x505x450
Масса, кг	18,6	32,0	39,5

Для подачи сжатого воздуха и клеевого материала в пистолет-распылитель можно использовать резиноканевые шланги с внутренним диаметром 8, 10 или 16 мм. Шланги имеют внутренние и наружные резиновые слои с двумя-тремя промежуточными слоями тканевых прокладок и рассчитаны на рабочее давление до 0,7 МПа.

В качестве источников энергии при производстве указанных работ могут быть использованы компрессорные установки моделей О-16А, О-39А и О-38М [16]. Техническая характеристика компрессорных установок приведена ниже:

	О-16А	О-39А	О-38А
Рабочее давление (максимальное), МПа	0,4	0,7	0,7
Число цилиндров, шт.	2	2	2
Диаметр цилиндров, мм	78,0	67,5	78,0
Ход поршня, мм	85	75	85
Частота вращения коленчатого вала, об./мин.	800	800	850
Мощность электродвигателя, МДж	10,1	10,1	16,2
Емкость ресивера, л	22	22	22
Габаритные размеры, мм	1175x430x840	1200x490x900	1090x480x910
Масса, кг	154	125	185
Избыточное давление, на которое отрегулирован предохранительный клапан, МПа	0,45	0,80	0,90

Выполненные аналитические и экспериментальные исследования свидетельствуют, что для нанесения акриловых композиций на подготовленную под склеивание поверхность старого бетона можно использовать применяемый в практике строительства ручной механизированный инструмент типа пистолетов-распылителей. Работа этого инструмента основана на методе пневматического распыления различных материалов. Для выбора марки инструмента необходимо знать вязкость акрилового клея по вискозиметру ВЗ-4. Поэтому необходимо квалифицировать составы акриловых клеев не только по их жизнеспособности и времени отверждения, но и по вязкости. Кроме того, необходимо исследовать другой метод нанесения клеевого материала, который также широко применяется в практике строительства. Это метод безвоздушного распыления, при котором наносимый на поверх-

ность материал дробится без участия сжатого воздуха.

1. Известия ВНИИ гидротехники им. В.Е.Вернадского. Вып.119. – М., 1987. – 252 с.
2. Справочник по клеям и клеящим мастикам в строительстве / Под ред. В.Г.Микульского, О.Л.Фиговского. – М.: Стройиздат, 1984. – 240 с.
3. Методические рекомендации по омоноличиванию старого бетона с новым с применением клеев / Харьковский ПромстройНИИпроект Госстроя СССР. – Харьков, 1985. – 14 с.
4. Шутенко Л.Н., Золотов С.С., Псурцева Н.А., Душин В.В. Соединение бетонных и железобетонных элементов. – Харьков: НТО Стройиндустрии, 1989. – 72 с.
5. Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Склеивание старого бетона с новым // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.42. – К.: Техніка, 2002. – С.92-98.
6. Торкатюк В.И., Золотова Н.М., Марюхин А.В. Особенности моделирования и оптимизации организационно-технологического процесса склеивания старого бетона с новым // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.43. – К.: Техніка, 2002. – С.102-117.
7. Шутенко Л.Н., Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Моделирование организационно-технологических решений по соединению старого и нового бетонов путем их склеивания при формировании инвестиционных проектов в строительной отрасли // Науковий вісник будівництва. Вип.25. – Харків: ХДТУБА, 2004. – С. 67-76.
8. Шутенко Л.Н., Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Совершенствование технологического обеспечения монолитности сборных железобетонных сооружений коммунального хозяйства // Науковий вісник будівництва. Вип.26. – Харків: ХДТУБА, 2004. – С.205-210.
9. Шутенко Л.Н., Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Инновационная технология соединения старого бетона с новым акриловыми клеями // Новини науки Придніпров'я: Наук.-практ. журнал. Сер. „Інженерні дисципліни”. – 2004. – №4. – С.75-79.
10. Золотов С.М. Влияние модификаторов на адгезионные свойства акриловых клеев // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип.9. – Рівне: УДУВГПК, 2003. – С.54-60.
11. Золотов С.М. Акриловые клеи для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип.59. – К.: НДІБК, 2003. – С.440-447.
12. Zolotov S. Adhesive on the Basis of Acrylic Compound to Join Concrete and Reinforced Concrete Elements // Science, Education and Society: 11 International Scientific Conference University of Zilina. Slovak Republic, part I, 2003. – P.323-325.
13. Шутенко Л.Н., Золотов С.М., Гарбуз А.О. и др. Использование акриловых клеев для реконструкции и ремонта зданий и сооружений // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип.54. – К.: НДІБК, 2001. – С.810-814.
14. Шутенко Л.Н., Золотов С.М., Гарбуз А.О., Зудов О.В. Акриловые клеи для соединения бетонных и железобетонных конструкций // Материалы докладов Международной интернет-конференции «Архитектурно-строительное материаловедение на рубеже веков». – Белгород: БелГТАСМ, 2002. – С.201-205.
15. ГОСТ 20223-88. Краскораспылители пневматического распыления.
16. Фокин М.Н., Емельянов Ю.В. Защитные покрытия в химической промышленности. – М.: Химия, 1991. – 304 с.

Получено 28.07.2004